

Luonnonmukaisen tuotannon elinkaarisia ympäristövaikutuksia koskevan tieteellisen kirjallisuuden kartoitus – tiivis loppuraportti

Taustaa

Tämä tiivis raportti esittää tulokset Luonnonvarakeskuksen ProLuomulle tekemän luonnonmukaisen tuotannon (luomutuotanto, luomu) elinkaarisia ympäristövaikutuksia koskevan tieteellisen kirjallisuuden kartoituksesta koskien ilmastovaikutuksia ja rehevöittäviä vaikutuksia (tarjouspyyntö 29.12.2016).

Ympäristöhyödyt ovat luonnonmukaisen tuotannon lupausten ytimessä. Esimerkiksi luomutuotannon kansainvälisen kattojärjestön IFOAM:n määritelmän mukaan luomussa noudatetaan neljää periaatetta: terveellisyys-, reiluus-, huolenpito- ja ympäristöperiaate (<http://www.ifoam.org/fr/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>). Ympäristöperiaatteen mukaan:

“Organic agriculture is a production system that sustains the health of soils, ecosystems and people. It relies on ecological processes, biodiversity and cycles adapted to local conditions, rather than the use of inputs with adverse effects. Organic agriculture combines tradition, innovation and science to benefit the shared environment and promote fair relationships and a good quality of life for all involved”.

Ympäristöhyödyt korostuvat myös EU:n luomumääritelmässä (Council Regulation (EC) on organic production and labelling of organic products). Sen mukaan:

“... organic production is an overall system of farm management and food production that combines best environmental practices, a high level of biodiversity, the preservation of natural resources, the application of high animal welfare standards and a production method in line with the reference of certain consumers for products produced using natural substances and processes”

Luomun ympäristöhyödyistä käydään kuitenkin koko ajan keskustelua: toteutuvatko edellä mainitut lupaukset? Kuluttajilla on usein varsin positiivinen kuva luomun ympäristöhyödyistä, mutta tiedeyhteisössä ne on usein kyseenalaistettu ja jopa kiistetty. Erityisesti elinkaariarviointi on tuonut tähän keskusteluun aineksia ja kriittisiä äänenpainoja. Tämä katsaus kohdistuu juuri tähän kenttään.

Menetelmät ja aineistot

Katsauksen tarkoituksena oli pyrkiä löytämään tietoa, jonka avulla elinkaaristen ympäristöarviointien nykyisiä puutteita luonnonmukaisen tuotannon osalta voitaisiin korjata. Kartoitus kohdistui kansainvälisissä tieteellisissä sarjoissa 2000-luvulla julkaistuihin artikkeleihin.

Kartoitus toteutettiin kahdessa vaiheessa, joista jälkimmäinen tarkensi ensimmäisen vaiheen tuloksia. Ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin viime vuosina tehdyt meta-analyysit ja kirjallisuuskatsaukset. Toisessa vaiheessa kirjallisuushakua tarkennettiin ensimmäisen vaiheen tulosten perusteella ja etsittiin erityisesti kirjallisuutta, jossa vaikutusten arviointiin on sisällytetty orgaanisen aineksen hajoaminen maassa ja siihen liittyvät päästöt ja eläinten rehujen proteiiniipitoisuus ja siitä johtuvat mahdolliset erot

Tutkija Merja Saarinen
Luonnonvarakeskus
Jokioinen 31.5.2017

ruoansulatuksen ja lannan päästöissä verrattuna tavanomaiseen tuotantoon. Nämä ovat niitä tekijöitä, jotka tieteellisessä kirjallisuudessa (Meier et al., 2016) on identifioitu keskeisiksi luomua ja ns. tavanomaista tuotantoa erottaviksi tekijöiksi ja joita kaikissa vertailevissa tutkimuksissa ei ole mallinnettu sillä tarkkuudella, että erot eri tuotantomuotojen välillä tulisivat esille.

Kartoituksen tulokset raportoitiin ensimmäisen kerran suullisena esityksenä 1.2.2017 järjestetyssä seminaarissa.

Tulokset

Kartoituksessa löydettiin kolme viime vuosina tehtyä meta-analyysiä ja review-artikkelia, jotka kohdistuivat luomun ja tavanomaisten tuotteiden ympäristövaikutusten vertailuun. Näissä peruskysymyksenasettelu oli: Onko luomutuotanto ympäristön kannalta parempi kuin tavanomainen tuotanto? Artikkelit eivät keskittyneet puhtaasti (kuluttaja)tuotteiden elinkaariarviointiin vaan niissä käsiteltiin myös sellaisia vaikutusluokkia, joihin elinkaariarvioinnissa ei ole vakiintuneita menetelmiä. Osittain meta-analysit käsitelivät myös peltopinta-alakohtaisia vaikutuksia tuotteisiin kohdistettujen vaikutusten lisäksi.

Löydetyt meta-analysit ja review-artikkelit olivat:

Mondelaers, K., Aertsens, J., Van Huylenbroeck, G. 2009. A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *British Food Journal*; Volume: 111 (10); pp. 1098-1119.

Tuomisto, H., Hodge, I.D., Riordan, P., Macdonald, D.W. 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112 (2012) 309-320.

Meier, M.S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., Stolze, M. 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products - Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management* 149 (2015) 193-208.

Mondelaers et al. (2009) analysoivat luomun ja tavanomaisen tuotannon eroja viidessä vaikutus- tai päästöluokassa: maankäytön tehokkuus (land use efficiency), maaperän orgaaninen aines (soil organic matter, SOM), typen huuhtouma (nitrate leaching), fosforin huuhtouma (phosphorus leaching) ja monimuotoisuus (biodiversity). Heidän aineistonsa oli kymmenen artikkelia. He totesivat, että luomussa SOM on keskimäärin korkeampi kuin tavanomaisessa, luomu vaikuttaa myönteisesti agro-biodiversiteettiin, eli luomussa käytetään monipuolisemmin eri lajikkeita, ja luonnon monimuotoisuuteen, mutta että nitraatti- ja fosfori huuhtoumien tulokset eivät ole suoraviivaisia: "When expressed per production area organic farming scores better than conventional farming for these items. However, given the lower land use efficiency of organic farming in developed countries, this positive effect expressed per unit product is less pronounced or not present at all."

Tuomisto et al. (2012) käsitelivät luomun ja tavanomaisen tuotannon eroja yhdeksässä vaikutus- tai päästöluokassa: maaperän orgaaninen aines (soil organic matter, SOM), typen ja fosforin huuhtoumat (nitrogen and phosphorus losses), maankäyttö (land use), energian käyttö, (energy use), kasvihuonekaasujen päästöt (greenhouse gas emissions), rehevöittävä ja happamoittava vaikutus (eutrophication and acidification potential), luonnon monimuotoisuus (biodiversity). Heidän aineistonsa kattoi 71 julkaisua, mutta kaikissa julkaisuissa ei käsitelty kaikkia ympäristövaikutusluokkia tai päästöjä.

Tutkija Merja Saarinen
Luonnonvarakeskus
Jokioinen 31.5.2017

Heidän johtopäätöksenä oli, että luomutuotannolla on Euroopassa keskimäärin alhaisemmat ympäristövaikutukset tuotantoalaa kohden tarkasteltuna, mutta ei aina tuotantoyksikköä kohden tarkasteltuna johtuen luomun alhaisemmasta satotasosta ja maan ravinteikkuuden eroista. He totesivat myös, että erot tuotantomuotojen sisällä olivat suuret, ja että monet ympäristövaikutukset riippuvat enemmän tuottajan menetelmävalinnoista (management choice) kuin yleisestä tuotantotapavalinnasta (the general farming system).

Meier et al. (2015) käsittelivät erittäin laajasti eri vaikutus- ja päästöluokkia seitsemän eri tuoteryhmä osalta (maito, naudanliha, sianliha, siipikarjan liha, munat, hedelmät ja vihannekset, pähkinät). Osa vaikutusluokista oli edustettuna vain yhden tuotteen osalta, mutta esimerkiksi ilmastovaikutus varsin kattavasti. Heidän aineistonsa käsitti 34 julkaistua tutkimusta. Myös heidän johtopäätöksenä oli, että luomutuotannolla on keskimäärin alhaisemmat ympäristövaikutukset tuotantoalaa kohden tarkasteltuna, mutta usein korkeammat tuotantoyksikköä kohden tarkasteltuna. He kuitenkin totesivat, että vertailevat elinkaariarvioinnit eivät useinkaan pysty kunnolla ottamaan huomioon luomun ja tavanomaisen tuotannon eroja, jotka kumpuavat erilaisista toimintatavoista. Näitä eroja ei oteta huomioon elinkaariarvioinnin tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyssä eikä inventaarioanalyysissä. Myös vaikutusluokkien valinta vähentää vertailujen perusteellisuutta. He identifioivat kriittisimmiksi asioiksi typpivirtojen mallintamisen, jossa typen mallinnettu määrä usein ei vastaa todellisia typen häviöitä luomussa, koska mallit perustuvat tavanomaisen tuotannon periaatteille. He peräänkuuluttivat myös luomua paremmin edustavan datan saannin merkitystä mallien paremmalle toimivuudelle, esimerkiksi typen määrä luomulannassa.

Meta-analyysien tulokset tukevat pääosin toisiaan. Yhteenvetona keskeisimmät johtopäätöksen ovat:

- Luomussa maatalousmaan käyttö suurempi, mutta metsäkato pienempi.
- Luomu edistää luonnon monimuotoisuutta (ei LCA-indikaattori).
- Useimmissa vaikutusluokissa vaikutukset per pinta-ala ovat luomulle suosiolliset, mutta etu useimmiten menetetään per tuote –tarkastelussa. Poikkeuksena eko- ja ihmistoksinen vaikutus ja energiankäyttö, joissa luomun etu säilyy myös per tuote.

Eryteisesti em. viimeinen kohta, joka viittaa elinkaariin tuloksiin, on ongelmallinen ja pitää sisällään suurta epävarmuutta. Perinteinen selitys tulokselle on se, että luomussa on alhaisemmat sato- ja tuotostasot, jolloin hehtaarikohtainen hyöty menetetään kun vaikutukset kohdistetaan tuotantomäärille. Kuitenkin tuloksissa on erittäin suuri hajonta (Meier et al., 2015). Lisäksi esimerkiksi Mondelaersin et al. (2009) ja Tuomiston et al. (2012) mukaan luomuviljely lisää orgaanisen aineksen määrää peltomaassa (+7 % Tuomiston et al. (2012) mukaan), mutta elinkaarimallinnuksessa hyödynnettävissä päästömalleissa orgaanisen aineksen määrää ei aina oteta huomioon. Orgaanisen aineksen määrällä on suora yhteys ilmastovaikutukseen (riippuen toki tarkastelun aikajänteestä) ja sillä voi olla merkitystä myös esim. rehevöittävien päästöjen syntyyn. Meier et al. (2015) nostivatkin esille myös laajemmin elinkaarimallinnuksen keskeiset puutteet, joiden takia ne eivät välttämättä anna luomun ympäristövaikutuksista totuudellista kuvaa.

Typen ja hiilen kierto maaperässä ja maan ja ilman välillä on vielä huonosti tunnettu. Eryteisesti N₂O-päästömallit vaihtelevat tutkimusten välillä ja ne ovat vielä varsin epätarkkoja. Meier et al. (2015) huomasivat, että vaikka N-päästöjen ja N-taseen pitäisi olla johdonmukaisesti sopusoinnussa (N-päästö ei voi olla esim. suurempi kuin N-tase) toistensa kanssa, mutta useinkaan ne eivät ole. Luomussa N-taseet ovat usein alhaisemmat kuin tavanomaisessa viljelyssä.

Tutkija Merja Saarinen

Luonnonvarakeskus

Jokioinen 31.5.2017

Meierin et al. (2015) mukaan eläintuotantoa koskevilla elinkaariarvioinneissa rehujen proteiinipitoisuuden eroa ei yleensä oteta huomioon ainakaan kattavasti. Rehun proteiinipitoisuus kuitenkin vaikuttaa ruoansulatuksen metaanipäästöihin ja sillä voi olla välillistä vaikutusta myös lannan päästöihin erilaisen lannan koostumuksen takia. Samoin rehun proteiinipitoisuudella voi olla vaikutusta virtsan NH₃-päästöihin, mutta sitä ei yleensä ole otettu elinkaarimallinnuksessa huomioon.

Kirjallisuuskatsauksen toisessa vaiheessa kirjallisuushakua kohdistettiin tutkimuksiin, joissa Meierin et al. (2015) esiin nostamia kriittisiä kohtia olisi käsitelty eksplisiittisesti. Sellaista kirjallisuutta ei kuitenkaan käytettävissä olevan ajan puitteissa löytynyt.

Jatkotoimenpiteet

Kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella nousi esille jatkotutkimustarpeita. Kokemukset Suomessa tehdyistä luomun elinkaariarvioinneista (Saarinen et al., 2014) tukee tätä johtopäätöstä. Olisi erittäin tärkeää, että luomua ja tavanomaista tuotantoa (tuotteita) vertailevissa elinkaariarvioinneissa käytettävät päästömallit ja data pystyisivät kuvaamaan molempia tuotantotapoja totuudellisesti.

Eryteisesti typen ja hiilen kiertojen ja vuotojen tarkempi mallinnus on ensiarvoisen tärkeää. Ne vaikuttavat moniin vaikutusluokkiin, mm. ilmastovaikutukseen ja rehevöittävään vaikutukseen. Tarvittaisiin päästömittauksia luomupelloilta ja erilaisista luomukierroista, jotta mallien rakentaminen pohjautuisi todelliseen kuvaan luomutuotannosta. Tällaiset empiiriset tutkimukset ovat kuitenkin pitkäjänteisiä ja monesti niiden kustannukset ovat korkeat.

Luomutuotteiden ilmastovaikutuksen tarkentamiseksi kirjallisuuskartoitusta pitäisi kohdistaa artikkeleihin, joissa otetaan huomioon maaperähiilen määrän muutokset CO₂:n ja N₂O:n lähteenä. Näin saataisiin tarkennettu tieto vallitsevasta tilanteesta. Suomen osalta ainakin viljojen, naudanlihan ja maidon ilmastovaikutusten vertailua voidaan jonkin verran tarkentaa päivittämällä aiemmat elinkaarimallit hiilensidonnan/vapautumisen arviolla (tai skenaarioilla), tarkentamalla eläinten rehujen koostumustietoja ja arvioita niiden potentiaalisten päästövaikutuksista ja tarkentamalla erityisesti nurmien fosforihuuhtoumatietoja.

Luomun ja tavanomaisen tuotannon/tuotteiden vertailun parantamiseksi myös biodiversiteettivaikutuksen arviointimenetelmän kehittäminen ovat ensiarvoisen tärkeitä toimia samoin kuin eko- ja ihmistoksisuuden arviointimenetelmän käyttöönotto ja edelleen kehittäminen.

Viitteet

Meier, M.S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., Stolze, M. 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products - Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management* 149 (2015) 193-208.

Mondelaers, K., Aertsens, J., Van Huylenbroeck, G. 2009. A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *British Food Journal*; Volume: 111 (10); pp. 1098-1119.

Saarinen, M., Sinkko, T., Joensuu, K., Silvenius, F., Ratilainen, A. 2014. Ravitsemus ja maaperävaikutukset ruoan elinkaariarvioinnissa : SustFoodChoice-hankkeen loppuraportti. MTT Raportti 146: 97 p., 2 liitettä.

Tutkija Merja Saarinen

Luonnonvarakeskus

Jokioinen 31.5.2017

Tuomisto, H., Hodge, I.D., Riordan, P., Macdonald, D.W. 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112 (2012) 309-320.